

5

10 Kraftmesselement

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Kraftmesselement nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

20 Aus DE 100 12 983 A1 ist ein Kraft-Momenten-Sensor bekannt, bei dem drei Kraftmessrohre im Winkel von 120° zueinander angeordnet sind. Die Kraftmessrohre sind über je ein dem Gehäusemittelpunkt zugewandten Ende mit dem Gehäuseboden fest verbunden. Sie nehmen über die anderen freien Enden je einen Schraubbolzen auf, der in der Seitenwand des Gehäusedeckels eingesetzt ist. Nur Kräfte quer zu den Kraftmessrohren übertragen kann. Die Kraftmessrohre sind nahe den fest eingespannten Enden mit zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Querbohrungen versehen, die den Rohrquerschnitt auf 4 Stege reduzieren. Dort werden Dehnmessstreifen fixiert, zur

25 Messung der auf das Kraftmessrohr übertragenen Querkraft nach Betrag und Richtung, wobei je zwei gegenüberliegende Dehnmessstreifen eine Komponente dieser Querkraft messen. Über die insgesamt 6 so bestimmten Lagerkraftkomponenten kann die resultierende von außen einwirkende Last bestehend aus je drei Kraft- und

30 Momentenkomponenten berechnet werden.

30

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftmesselement mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass eine erheblich einfachere

35 Konstruktion zur Messung der Kraft verwendet wird. Das Kraftmesselement kann leicht

in einer Massenproduktion hergestellt werden und kann leicht beispielsweise in Sitzen zur Gewichtskraftmessung eingesetzt werden. Es ist möglich, das Kraftmesselement jedoch auch an anderen Geräten zur Kraftmessung einzusetzen. Das erfindungsgemäße Kraftmesselement ermöglicht auch die Momentenmessung, wobei das Kraftmesselement
5 entweder eine Schraube oder ein Bolzen sein kann und damit mit einem minimalen Bauraum auskommt.

Als Messprinzip zur Kraftmessung wird dabei eine Membran verwendet, die in der Mitte von einem Bolzen gehalten wird und die außen mit einer Hülse umfasst ist. Die Hülse
10 wird dabei so gestaltet, dass sie den Kraftsensor bei Überlast schützt. Ein weiterer Vorteil dabei ist, dass nur eine geringe erforderliche Dichtungsfläche, das ist der Spalt zwischen der Hülse und dem Bolzen bzw. der Schraube erforderlich ist. Entscheidend ist, dass es auf der Membran dehnungsintensive Bereiche gibt, an denen eine Sensorik zur Messung der Dehnung angebracht ist, wobei die Dehnung ein Maß für die Kraft ist. Diese
15 dehnungsintensiven Bereiche sollten vorzugsweise aus einem hochfesten Material wie z. B. einem hochfesten Stahl sein, während die restlichen Elemente mit einem weniger festen Material ausgebildet sein können. Idealerweise sollte die Kraft derart auf die Hülse aufgebracht werden, dass die Kraftrichtung senkrecht zum Bolzen ist. Es ist jedoch möglich, dass die Kraft in einem anderen Winkel auf die Hülse aufgebracht wird, wobei
20 dann das erfindungsgemäße Kraftmesselement im wesentlichen die Kraftkomponente senkrecht zum Bolzen misst, die die Dehnung an der Membran im wesentlichen verursacht.

Die Applizierung bzw. Aufbringung der dehnungsmessenden Sensorik ist besonders
25 einfach, da sich diese in einer Ebene befinden. So können auch Dünnschichtverfahren zum Aufbringen der dehnungsmessenden Sensorik verwendet werden. Die dehnungsmessende Sensorik kann aus mehreren dehnungsmessenden Elementen bestehen.

30 Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch angegebenen Kraftmesselements möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass das erfindungsgemäße Kraftmesselement einstückig
35 ausgeführt werden kann. Dies ermöglicht eine besonders einfache Herstellung des

erfindungsgemäßen Kraftmesselements. Insbesondere kann dabei das Kraftmesselement rotationssymmetrisch ausgeführt sein, wobei leichte Abweichungen von der Rotationssymmetrie die Funktion des Kraftmesselements nicht beeinflussen.

5 Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Kraftmesselement als Schraube ausgeführt. Dies ermöglicht den besonders einfachen Einbau des Kraftmesselements in verschiedenen Anwendungen, beispielweise um die auf ein Fahrzeugsitz aufgebrachte Gewichtskraft zu messen.

10 Es ist von Vorteil, dass die dehnungsmessende Sensorik Dehnmessstreifen aufweist, die vorzugsweise in einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet sind, um eine genaue Messung zu ermöglichen. Alternativ ist es möglich, dass die Sensorik piezoresistive Elemente aufweist, um über den piezoresistiven Defekt die Dehnung zu messen. Diese Elemente können in einem Dünnschichtverfahren auf die Membran des Kraftmesselements aufgebracht werden.

15 In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass eine Schwinge zur Krafteinleitung dient. Dies ermöglicht eine definierte Krafteinleitung. Die Schwinge ist dabei mit der Hülse in Wirkverbindung.

20 Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zwischen einer Schwinge und dem Kraftmesselement eine Gelenkpfanne vorgesehen ist, um eine Entkopplung von Momenten in X-, Y- und Z-Richtung zu erreichen. Wird die Schwinge verwendet und auch eine feste Einspannung des Kraftmesselements zur Kraftableitung, dann können einige oder alle Momente vom Kraftmesselement entkoppelt werden. Zwischen der Hülse
25 und dem Bolzen kann in dem Zwischenraum ein Ring zur Kraftbegrenzung vorgesehen sein.

30 Anstatt das erfindungsgemäße Kraftmesselement einstückig auszuführen, ist es möglich, Hülse, Bolzen und Membran durch Fügestellen zu verbinden. Als Fügetechnik kann beispielsweise Schweißen verwendet werden. Dabei ist es insbesondere möglich, unterschiedliche Materialien für Hülse, Membran und Bolzen zu verwenden. Auch die Herstellungstechnik kann damit noch weiter vereinfacht werden. Die Fügestellen sind dabei leicht zugänglich und ermöglichen somit ein einfaches Verbinden der Komponenten. Die Fügestellen zwischen der Hülse und der Membran sowie der

Membran und dem Bolzen können zu einander versetzt sein. Dies ermöglicht eine noch einfachere Fertigung des erfindungsgemäßen Kraftmesselements.

- 5 Weiterhin ist es von Vorteil, dass das Kraftmesselement durch eine entsprechende Gestaltung des Bolzens, der Membran und der Hülse nach innenzeigende Freiräume aufweist, um die dehnungsintensiven Bereiche auf der Membran noch besser und empfindlicher zu gestalten. Dies ermöglicht einen größeren Hub in der Dehnung in Abhängigkeit von der Kraft und damit eine bessere Messung der Kraft.
- 10 Vorteilhafterweise kann das Membranelement lediglich ringförmig ausgeführt sein, um damit nur in den dehnungsintensiven Bereichen angeordnet zu sein, was einen Materialersparnis des hochfesten Materials bedeutet.
- 15 Schließlich können die Fügestellen auch ringförmig ausgeführt sein, was eine besonders einfache Fertigung des erfindungsgemäßen Kraftmesselements bedeutet. Dabei kommt dann die ringförmige Membran zum Einsatz.

Zeichnung

- 20 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung ausführlich beschrieben.

Es zeigen

- 25 Figur 1a eine Vorderansicht des erfindungsgemäßen Kraftmesselements,
Figur 1b eine Seitenansicht im Schnitt,
Figur 1c einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Kraftmesselement,
Figur 2a einen seitlichen Schnitt des Kraftmesselements im montierten Zustand,
Figur 2b einen Schnitt durch das Kraftmesselement,
30 Figur 3a ein Kraftmesselement mit Gelenkpfanne,
Figur 3b den entsprechenden Schnitt durch das Kraftmesselement,
Figur 4 eine Seitenansicht im Schnitt,
Figur 5 eine zweite Seitenansicht im Schnitt,
Figur 6 eine dritte Seitenansicht im Schnitt,
35 Figur 7a eine Draufsicht,

Figur 7b eine vierte Seitenansicht im Schnitt,

Figur 8 eine weitere Vorderansicht mit einer Variation der dehnungsmessenden Elemente,

5 Figur 9 eine weitere Vorderansicht mit einer weiteren Variation der dehnungsmessenden Elemente,

Figur 10 eine weitere Vorderansicht mit einer weiteren Variation der dehnungsmessenden Elemente und

Figur 11 eine fünfte Seitenansicht im Schnitt.

10 Beschreibung

Bei bekannten Kraftsensoren werden S- oder stabförmige Elemente eingesetzt, die sich bei Kraft- oder Momenteneinwirkung verformen. Nachteilig an diesen Formen ist der große Bauraum und die schwierige Integrierbarkeit in bisherigen Befestigungselemente wie Schrauben oder Bolzen.

15

Erfindungsgemäß wird ein Kraftmesselement vorgeschlagen, das eine Kraft- und/oder Momentenmessung mit einer speziell gestalteten Schraube oder Bolzen ermöglicht. Das Kraftmesselement besteht aus einfachen geometrischen Elementen, die sich einfach fertigen lassen und einen minimalen Bauraum ermöglichen.

20

Die Platzierung der dehnungsmessenden Sensorik, denn über die Dehnung wird die Kraft mit dem Kraftmesselement gemessen, gewährleistet, dass nur Kräfte hauptsächlich in einer Richtung sensiert werden können.

25

Den grundsätzlichen Aufbau des Kraftmesselements zeigen Figur Ia und b. Das Kraftmesselement besteht im wesentlichen aus rotationssymmetrischen Teilen, wobei leichte Abweichung von der Rotationssymmetrie die Funktion nicht beeinflussen. Figur Ia zeigt eine Vorderansicht des Kraftmesselements. In der Vorderansicht ist lediglich die Membran 3 mit den aufgetragenen dehnungsabhängigen Widerständen 14 und die sie verbindenden Leitungen 15 sowie der elektrischen Anschlüsse 16 zu sehen. Die dehnungsabhängigen Widerstände 14 sind zum einen in einem Bereich 12a angeordnet, der bei Lastaufbringung unter Zugspannung steht. Zum anderen sind sie in einem Bereich 13a angeordnet, der bei Lastaufbringung unter Druckspannung steht. Der Bereich 12a ist der Zugspannungsbereich, während der Bereich 13a der Druckspannungsbereich bei der

30

35

- gezeigten Kraftwirkungsrichtung F ist. Wirkt die Kraft F in entgegengesetzter Richtung als gezeigt, so wechseln Zug in Druck und Druck in Zug. Zur Messung der aus der Spannung resultierenden Dehnungen wird jeweils ein Widerstand verwendet. Zwischen diesen beiden Bereichen sind jeweils zwei weitere Widerstände angeordnet, die in einem
5 wenig dehnungsintensiven Bereich auf der Membran 3 platziert sind. Damit ist es möglich, durch die Schaltung dieser Widerstände 14 in einer Wheatstoneschen Brücke eine sehr exakte Messung durch Auswertung der Differenzspannung zu erzielen. Es sind auch andere Brücken- bzw. Auswerteschaltungen möglich. Die elektrischen Anschlüsse 16 werden mit Auswerteschaltkreisen, wie beispielsweise einen Mikrocomputer
10 verbunden. Dieser Mikrocomputer kann in einem Kraftfahrzeug vorzugsweise in einem Steuergerät angeordnet sein. Bei den Figuren 1a, b und c geben jeweils die unten angeordneten Koordinatensysteme die Richtung an. Dies gilt auch für die Figuren 2a, 2b, 3a, 3b und 8.
- 15 Figur 1b zeigt eine Seitenansicht im Schnitt des erfindungsgemäßen Kraftmesselements. Das Kraftmesselement weist einen Bolzen auf, der ein Gewindeteil 17 mit der Membran 3 verbindet. Die Membran 3 hat einen größeren Durchmesser als der Bolzen 2 und ist in ihren Außenbereichen mit einer Hülse 1 verbunden, die ebenfalls rotationssymmetrisch wie die Membran 3 und der Bolzen 2 und der Gewindeteil 17 sind. Die Membran 3 weist
20 im äußeren Drittel jeweils Aushebungen 200 auf, die dann die dehnungsintensiven Bereiche 4 definieren. Die Hülse 1 weist hier einen Absatz 19 auf, auf den die Kraft F senkrecht zur Längsrichtung des Bolzens 2 bzw. des Gewindeteils 17 aufgebracht wird. Zwischen der Hülse 1 und dem Bolzen 2 ist ein Zwischenraum 21 definiert, der durch die Aufbringung der Kraft F verkleinert wird, so dass sich die dehnungsintensiven Bereiche 4
25 unter Druck- bzw. Zugspannung befinden. Die Hülse 1 und die Membran 3 sind über eine Fügestelle 11 miteinander verbunden. Die Membran 3 und der Bolzen 2 sind über eine Fügestelle 10 miteinander verbunden. Als Fügetechnik kann hier die Schweißtechnik verwendet werden.
- 30 Figur 1c zeigt einen Schnitt durch das Kraftmesselement an der markierten Stelle A, so dass der Schnitt durch den Bolzen 2 geht, aber nicht die Hülse 1 schneidet. Daher kann im Schnitt A-A in Figur 1c der Bolzen 2, der Zwischenraum 21 und die Hülse 1 gesehen werden. Die Hülse 1 zeigt auch den Absatz 19, der durch die weitere innere Kreislinie definiert ist.

Die Krafteinleitung erfolgt über den Absatz 19 auf die Hülse 1 mit der Kraft F. Hierdurch wird ein Moment im Kraftmesselement erzeugt. Dieses Moment wirkt zwischen Hülse 1 und dem Bolzen 2 mit der dazwischen befindlichen Membran 3, die durch die Momenteneinleitung verwunden wird. Auf dem sich stark dehnenden ringförmig umlaufenden Teil der Membran 4, werden dehnungs- bzw. spannungsmessende Elemente, z. B. Dehnmessstreifen, piezoresistive Strukturen oder Dünnschichtstrukturen aufgebracht.

Figur 8, 9 und 10 zeigen Variationen der Anordnung der dehnungsmessenden Elemente. Der Vorteil dieser Anordnungen ist die Veränderung des Widerstandes aller vier Widerstände. Zwei liegen in einem unter Zugspannung stehenden Bereich, die restlichen zwei in einem unter Druckspannung stehenden Bereich.

Figur 8 zeigt dehnungsmessende Elemente, die jeweils am Rand des dünnwandigen Membranbereiches angeordnet sind. Dabei sind die Widerstände 14 im Bereich 12a, 13b unter Zugspannung, wenn die Lastaufbringung in die negative Z-Richtung erfolgt. Die Widerstände 14 im Bereich 12b, 13a sind dabei unter Druckspannung. Die Anschlüsse 84 führen zu der Messauswertung. Auch hier sind die dehnungsabhängigen Widerstände 12a, 12b, 13a, 13b in einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet.

Figur 9 zeigt eine weitere Variation, die nur den Bereich 12a und 13a ausnutzt. Hier liegen die Widerstände 14 so, dass eine Kraft in negativer z-Richtung eine Zugspannung im Bereich 12a bewirkt und eine Druckspannung in 13a.

Eine ähnliche Anordnung ist auch mit dem Bereich 12b bzw. 13b möglich. Dies wird in Figur 10 gezeigt. Hier liegen die Widerstände 14 so, dass eine Kraft in negativer z-Richtung eine Druckspannung im Bereich 12b bewirkt und eine Zugspannung in 13b.

Die Aushebung 200 kann kreisförmig gestaltet sein. Dabei kann der Radius dieser Kreisform überall gleich sein. Eine Variation zeigt Fig 11. Hier ist wieder der Bolzen 2 über die Membran 3 mit der Hülse 1 verbunden. Zur Optimierung des Messsignals kann der zum Bolzen 2 zeigende Anteil einer Teilkreisform 202 einen anderen vorzugsweise größeren Radius aufweisen als der zur Hülse 1 zeigende Anteil der Teilkreisform 201. Durch diese Gestaltung ist es möglich für die oben gezeigten Anordnungen der dehnungsmessenden Elemente die Dehnungsverteilung so anzupassen, dass das

Messsignal der dehnungsmessenden Elemente maximal empfindlich auf die Einwirkung der Kraft F reagieren. Die Teilkreisformen können dabei auch durch parabelförmige, splineförmige oder andere Funktionen angenähert bzw. optimiert werden.

5 Die Kraft kann über eine feste Einspannung abgeleitet werden.

Dies wird in Figur 2 gezeigt. Gleiche Elemente werden hier mit gleichem Bezugszeichen wie in Figur 1 bezeichnet. Nunmehr ist eine feste Einspannung 23 gezeigt, die beispielsweise durch ein Einschrauben des Gewindeteils 17 in ein Gewinde erfolgen
10 kann. Zusätzlich ist in Figur 2a, die auch eine weitere Seitenansicht im Schnitt des Kraftmesselements zeigt (Figur 2b), eine Schwinge 22 gezeigt, die zur Einleitung der Kraft dient. Hier wird also über die Schwinge 22 die Kraft eingeleitet und über die feste Einspannung 23 die Kraft abgeleitet. Prinzipiell ist es möglich, die Einspannung 23 und die Schwinge 22 zu vertauschen. Die Schwinge entkoppelt die Momente um die Y-Achse
15 vom Kraftmesselement.

Figur 2b zeigt wiederum einen Schnitt durch das Kraftmesselement an der bezeichneten Stelle a, wobei hier neben dem Bolzen 2 und dem Zwischenraum 21 die Hülse 1 mit dem Absatz 19 zu sehen ist, sowie die Schwinge 22.
20

Figur 3 zeigt im Bild a wiederum eine Seitenansicht des Kraftmesselements im Schnitt, wobei hier wiederum gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden. Hier wird jedoch eine umgestaltete Schwinge 24 und Hülse 1 verwendet. Die Hülse kann einen Freiraum 31 aufweisen, um der Schwinge 24 in Drehrichtung 32 das nötige Spiel zu
25 geben.

Die Drehrichtung 32 in Figur 3a und 3b zur Momentenentkopplung in alle Raumachsen sind beispielsweise durch Gelenkpfannen 25 an der Schwinge 24 ermöglicht. Die Gelenkpfanne kann aus zwei ineinander greifenden Elementen bestehen, die jeweils eine
30 kugelförmige Oberfläche 25 mit, in Figur 3a gezeigten, gleichem Mittelpunkt M und gleichem Radius 30 aufweisen. Die kugelförmige Fläche der Schwinge 24 zeigt nach innen (zur Mitte M), die kugelförmige Fläche des Lagers 26 nach aussen vom Mittelpunkt M weg. Beide Flächen zueinander können ein leichtes Spiel aufweisen, um die Drehbewegung zu ermöglichen.

35

Figur 3b zeigt wiederum den Schnitt an der markierten Stelle A, wobei lediglich der Bolzen 2 geschnitten ist und eine Vorderansicht der Hülse 1 der Schwinge 24, die beweglich um die X-, Y-, Z-Achse mit der Gelenkpfanne 25.

5

Im allgemeinen kann, wenn die Kraft über Zwischenelemente auf das Kraftmesselement eingeleitet wird, eine Entkopplung von Momenten erfolgen, wenn diese Zwischenelemente als Gelenk ausgeführt werden.

10

Figur 4 zeigt eine weitere Seitenansicht im Schnitt. Wiederum ist der Gewindeteil 17 in der festen Einspannung 23 verschraubt, der Bolzen 2 ist mit der Membran 3 über die Fügestelle 10 verbunden und die Membran 3 über die Fügstellen 11 mit der Hülse 1. Zusätzlich ist hier am Bolzen 2 ein Abstandsring 20 angebracht, der als Kraftbegrenzung dient. Ist der Abstand 21 durch die aufgebrachte Kraft auf die Hülse 1 auf 0 verringert, liegt also die Hülse 1 auf dem Abstandsring 20 auf, dann kommt es zur Kraftbegrenzung, da keine weitere Kraft mehr aufgebracht werden kann und zu keiner weiteren Dehnung führt. Diese Funktion wird in den restlichen Figuren durch entsprechend gewählte Maße realisiert. Das Besondere an dieser Ausführung ist, dass die Fügstellen 10 und 11 entfallen können und das Kraftmesselement einfach aus einem Stück gefertigt werden kann. Dies ist möglich, da vor dem Aufbringen des Abstandsringes der Innenraum 63 für die Bearbeitung vereinfacht zugänglich ist.

15

20

25

Figur 5 zeigt eine weitere Seitenansicht im Schnitt. Nunmehr sind die Fügstellen 11 und die Fügstellen 10 nicht mehr wie in Figur 4 in einer Ebene, sondern versetzt zueinander. Der Versatz 50 ermöglicht eine bessere Fertigung des erfindungsgemäßen Kraftmesselements.

30

Figur 6 zeigt das Kraftmesselement mit einer einstückigen Membran und Hülse 60, die wie auch der Bolzen 62 mit der Phase 61 derart geformt sind, dass Freiräume 63 zur Herstellung der dehnungsintensiven Bereiche nach innen geformt sind. Die Fügstellen 10 und 11 dienen wieder zu Verbindung von Bolzen 1 Membran 60 und Bolzen 62.

35

Figur 7a zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftmesselements. Hier sind zwei ringförmige Fügstellen 10 und 11 vorgesehen, die es ermöglichen, dass die Membran 70 ringförmig ist. Der Bolzen 72 ist daher an der

5 Oberfläche zu sehen, wie auch die ringförmige Hülse 71. Dies ermöglicht einen sparsamen Einsatz des für die Membran 70 zu verwendenden Materials, also ein hochfester Stahl. Figur 7b zeigt ein Seitenansicht im Schnitt dieses Ausführungsbeispiels. Hierbei ist zu sehen, dass das Kraftmesselement mit der ringförmigen Membran 70 und wiederum den Gewindeteil 17 in einer festen Einspannung 23 zugeordnet ist.

5

10 Patentansprüche

1. Kraftmesselement mit einem Bolzen (2), auf dem eine Membran (3) aufgebracht ist, wobei die Membran (3) von einer Hülse (1) umgeben ist, auf die quer zur Längsrichtung des Bolzens (2) eine zu messende Kraftkomponente aufgebracht wird, wobei die Hülse (1) derart zum Bolzen (2) beabstandet ist, dass die Membran (3) in Abhängigkeit von der Kraftkomponente gedehnt wird, wobei auf der Membran (3) eine Sensorik (14 bis 16) zur Messung der Dehnung vorgesehen ist.
2. Kraftmesselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftmesselement mit Bolzen (2) mit der Membran (3) und mit der Hülse (1) einstückig ausgeführt ist.
3. Kraftmesselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftmesselement als Schraube (17) ausgeführt ist.
4. Kraftmesselement nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dies Sensorik (14 bis 16) Dehnungsmessstreifen zur Messung der Dehnung aufweist.
5. Kraftmesselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorik piezoresistive Elemente zur Messung der Dehnung aufweist.
6. Kraftmesselement nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorik mittels Dünnschichttechnik aufgebracht ist.

7. Kraftmesselement nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass dies Sensorik eine Wheatstonesche Brücke als eine Schaltung aufweist.
- 5 8. Kraftmesselement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wheatstonesche Brücke zwei Widerstände in einem unter Druckspannung stehenden Bereich (12b, 13a) und zwei weitere Widerstände in einem unter Zugspannung stehenden Bereich (12a, 13b) aufweist.
- 10 9. Kraftmesselement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wheatstonesche Brücke einen ersten Widerstand in einem unter Druckspannung stehenden Bereich, einen zweiten Widerstand in einem unter Zugspannung stehenden Bereich, und zwei weitere Widerstände in einem dehnungsarmen Bereich aufweist.
- 15 10. Kraftmesselement nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwinge (22, 24) zur Krafteinleitung vorgesehen ist.
11. Kraftmesselement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Schwinge eine Gelenkpfanne (25) zur Entkopplung der Momente vorgesehen ist.
- 20 12. Kraftmesselement nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Bolzen ein Abstandsring (20) vorgesehen ist, der zur Kraftbegrenzung dient.
- 25 13. Kraftmesselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Fügestelle im Kraftmesselement zur Verbindung vorgesehen ist.
- 30 14. Kraftmesselement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei zwei Fügestellen die Fügestellen zueinander versetzt sind.
15. Kraftmesselement nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftmesselement derart ausgebildet ist, dass nach innenzeigende Freiräume (200) ausgebildet sind, um dehnungssensitive Bereiche in der Membran (3) zu definieren.
- 35 16. Kraftmesselement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Freiräume (200) Aushebungen sind, die kreisförmig gestaltet sind.

- 5 17. Kraftmesselement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Aushebung (200) eine erste Teilkreisform (201) und eine zweite Teilkreisform (202) aufweist, wobei die erste Teilkreisform (201) zur Hülse (1) und die zweite Teilkreisform (202) zum Bolzen (2) zeigen und die erste und zweite Teilkreisform (201, 202) jeweils unterschiedlich gestaltet sind.
18. Kraftmesselement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilkreisform (201) einen kleineren Radius als die zweite Teilkreisform (202) aufweist.
- 10 19. Kraftmesselement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkreisformen jeweils parabel- oder splineförmig gestaltet sind.
- 15 20. Kraftmesselement nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügestellen ringförmig ausgebildet sind, um damit eine ringförmige Membran zu definieren.
21. Kraftmesselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (3) aus einem hochfesten Stahl ist.
- 20 22. Kraftmesselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftmesselement im wesentlichen rotationssymmetrisch ist.

Schnitt A-A

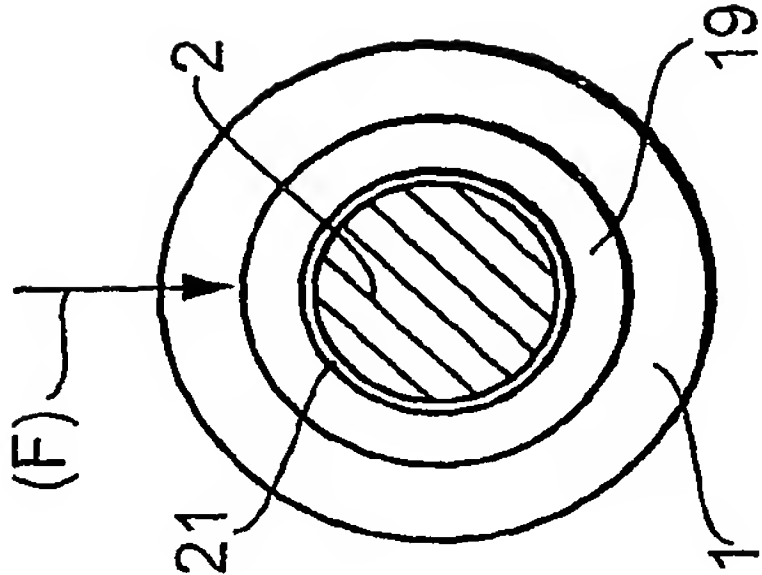


Fig. 1c

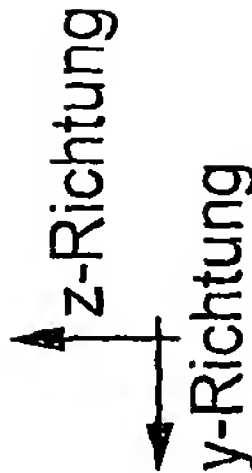
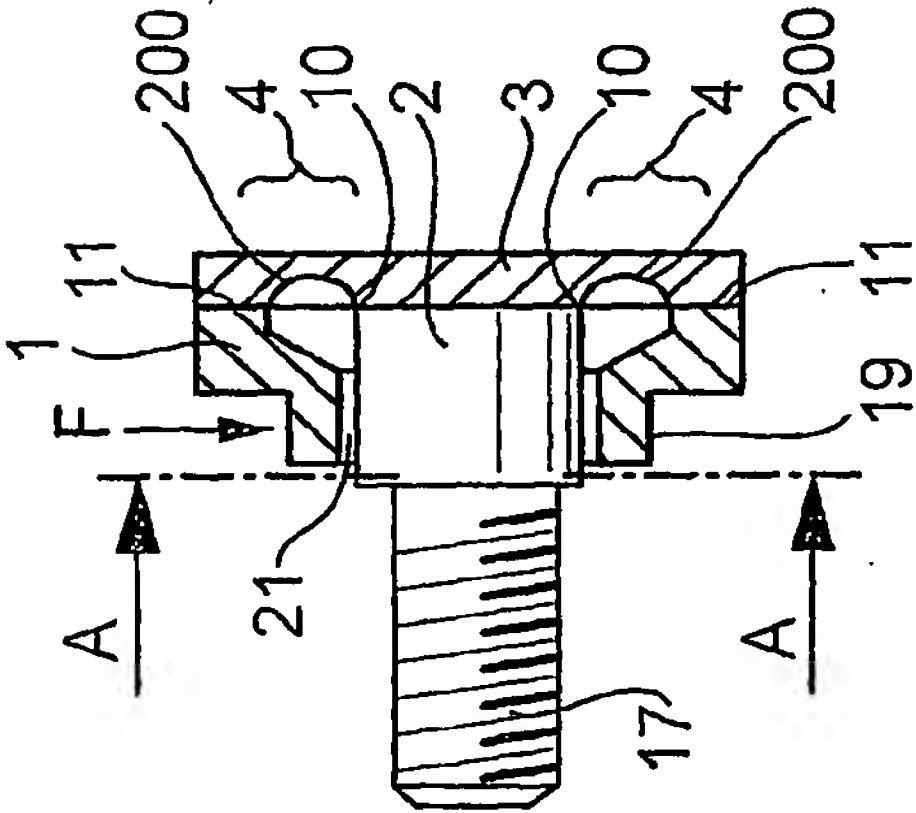


Fig. 1b

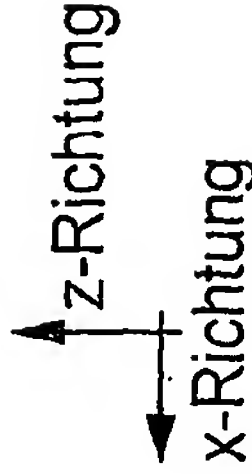
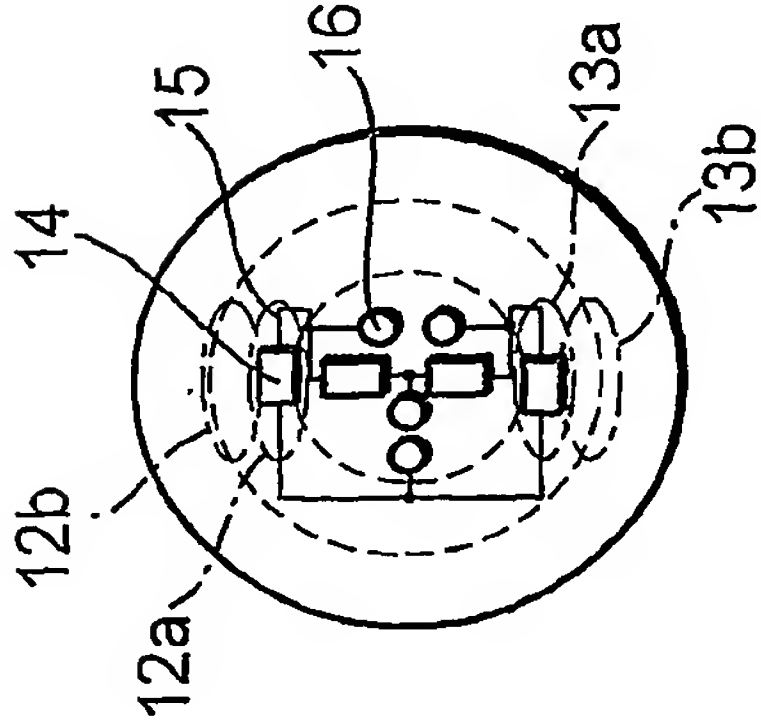


Fig. 1a

2/6

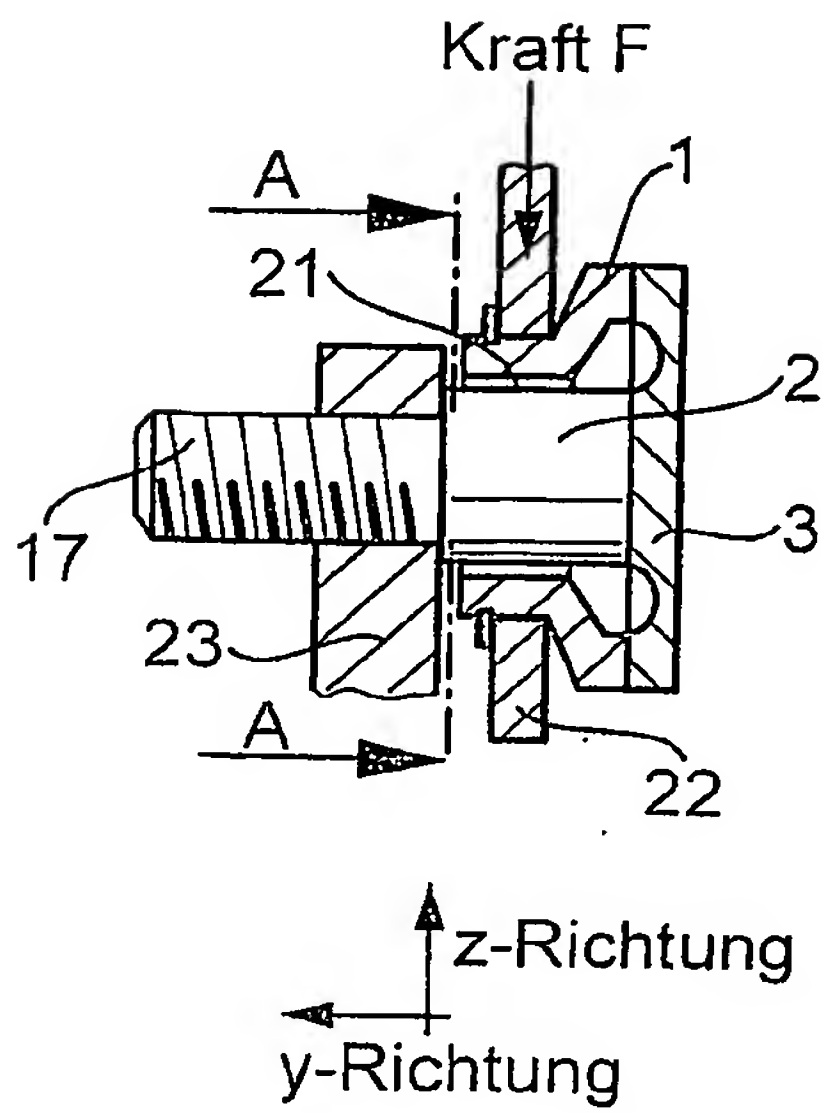


Fig. 2a

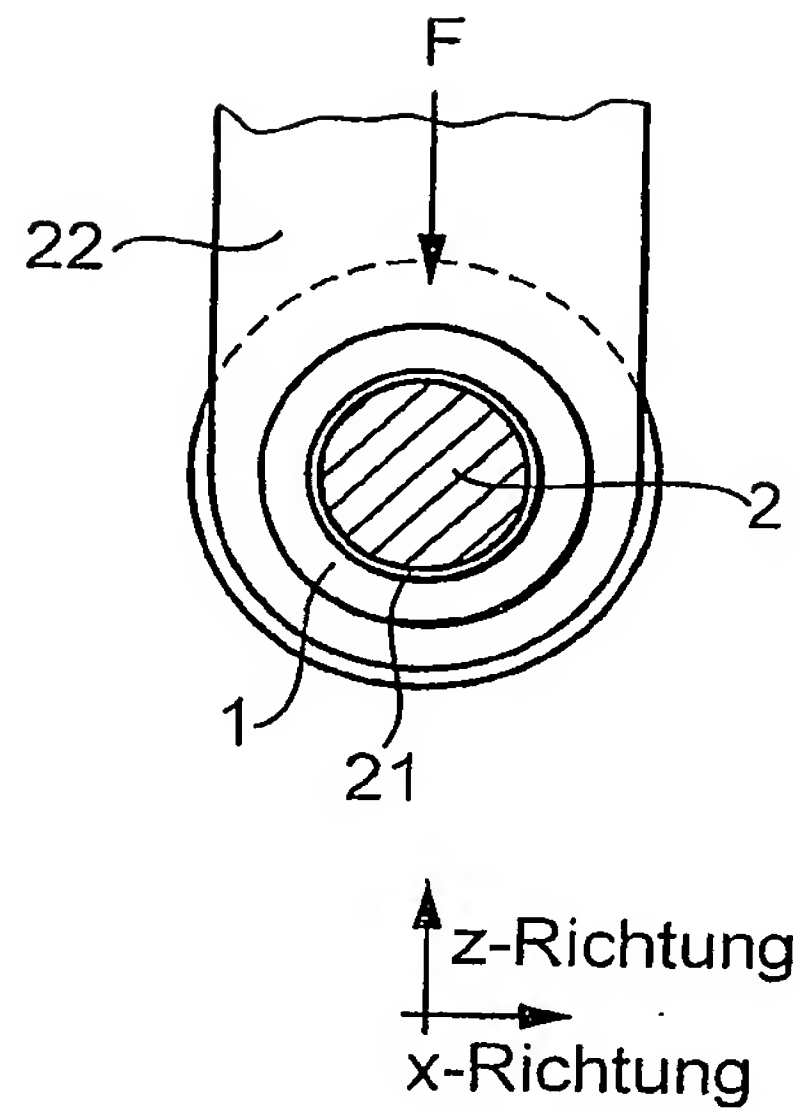


Fig. 2b

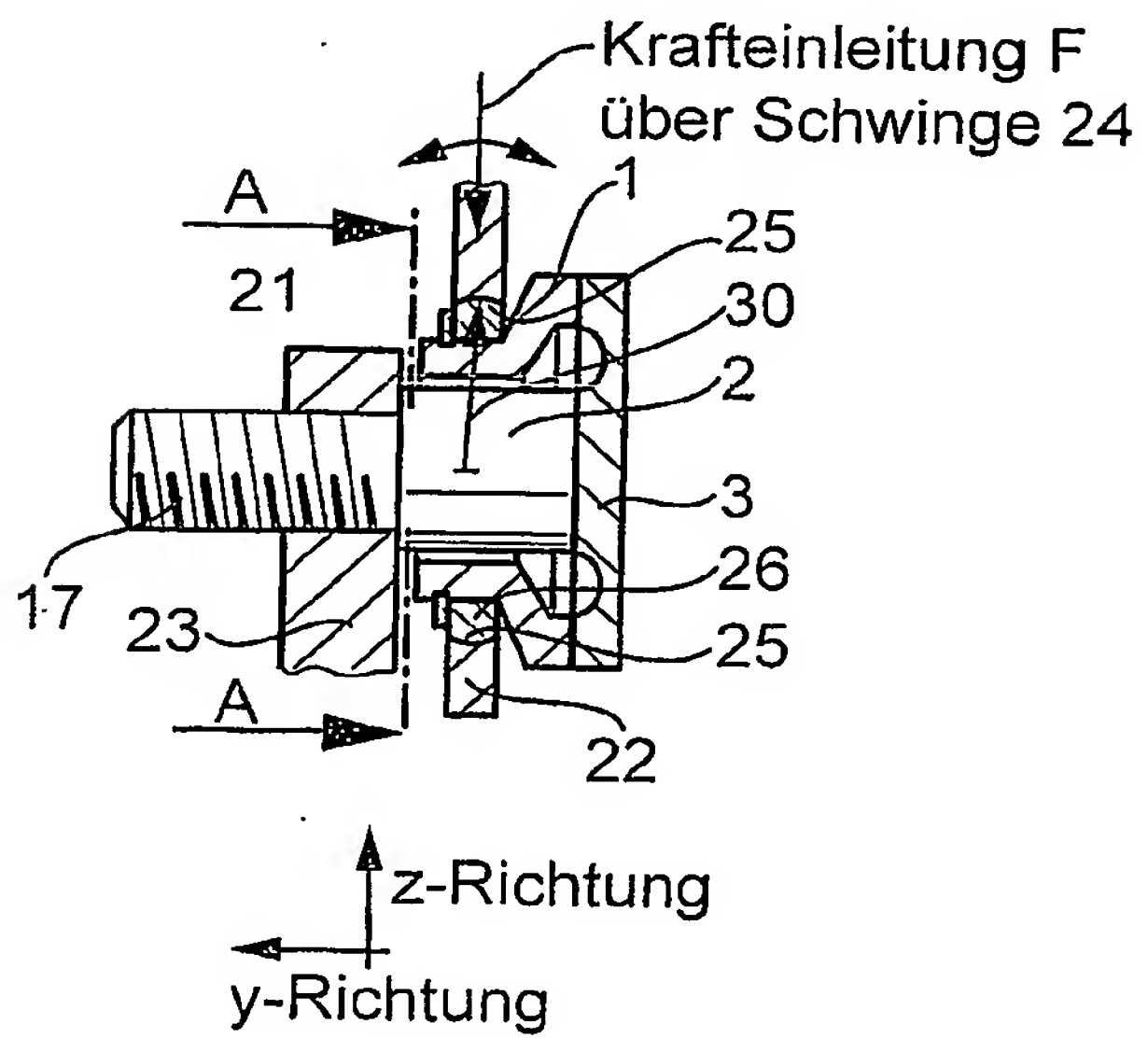


Fig. 3a

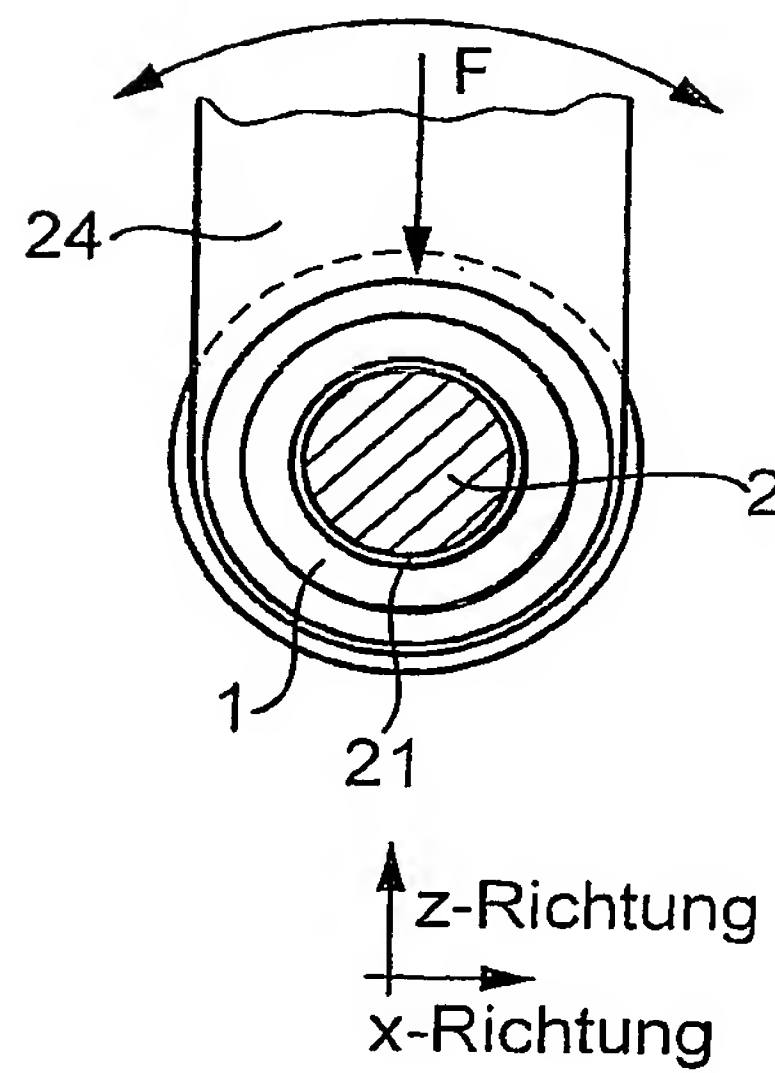


Fig. 3b

3/6

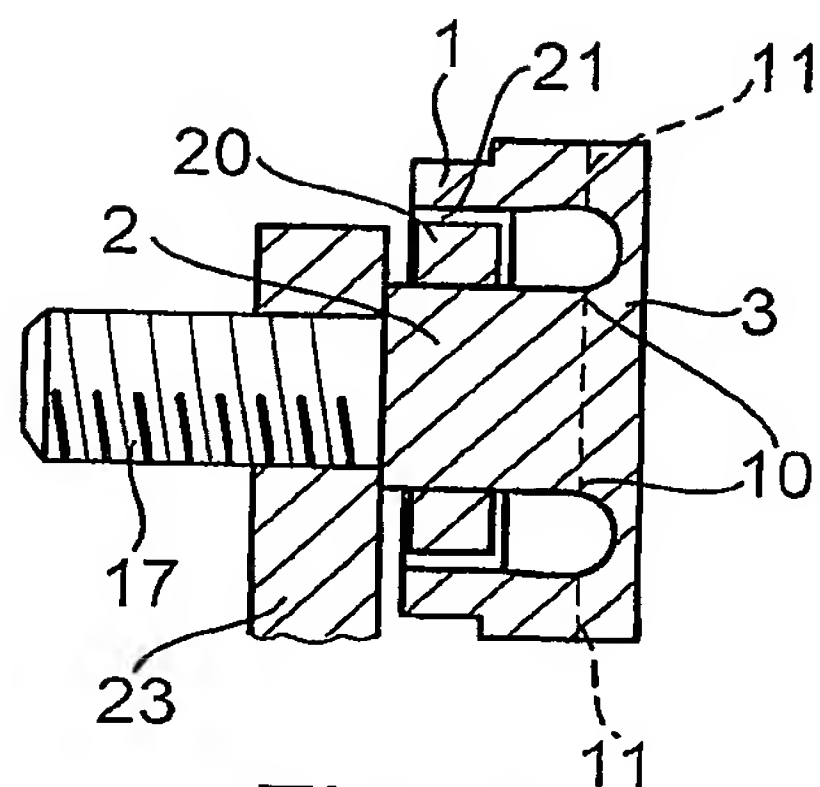


Fig. 4

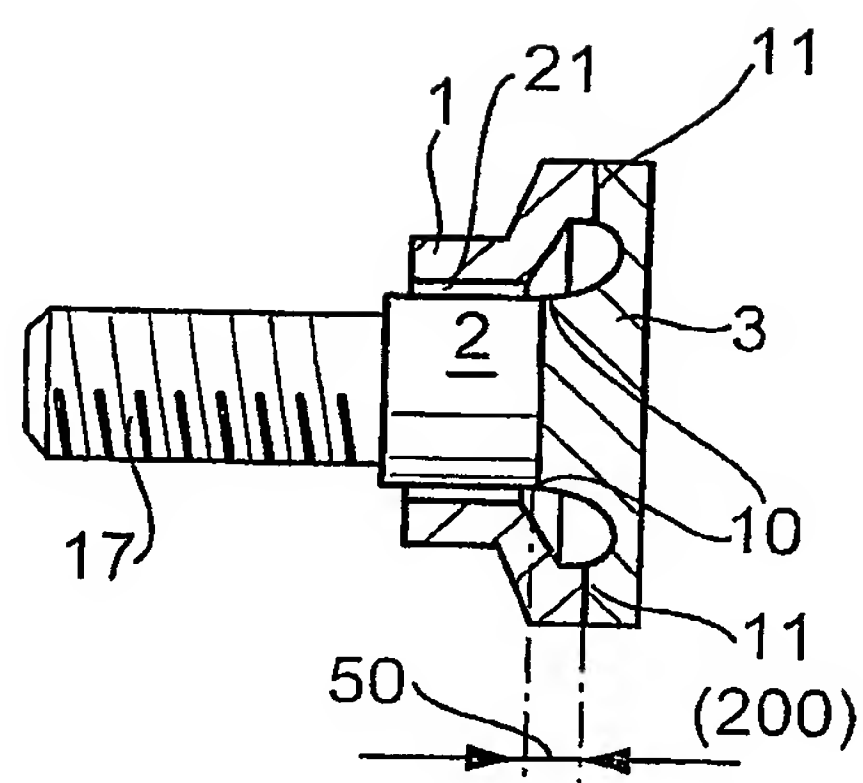


Fig. 5

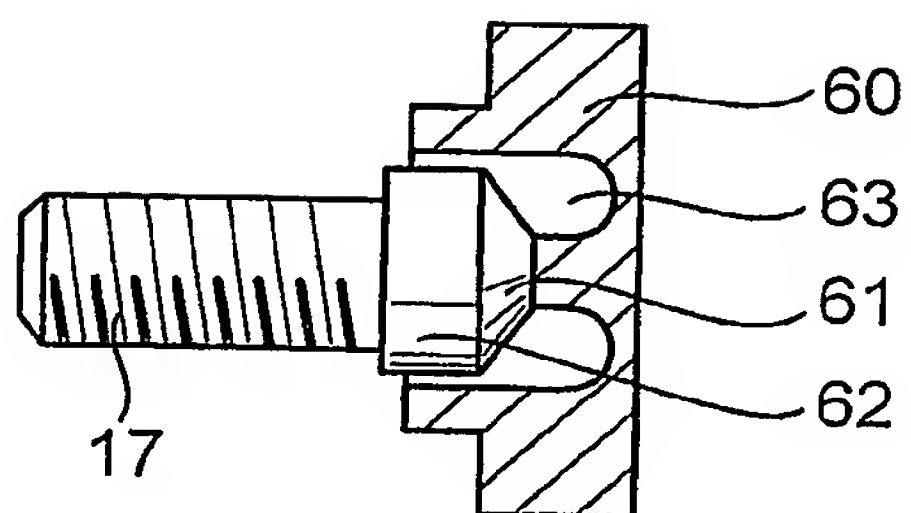


Fig. 6

4/6

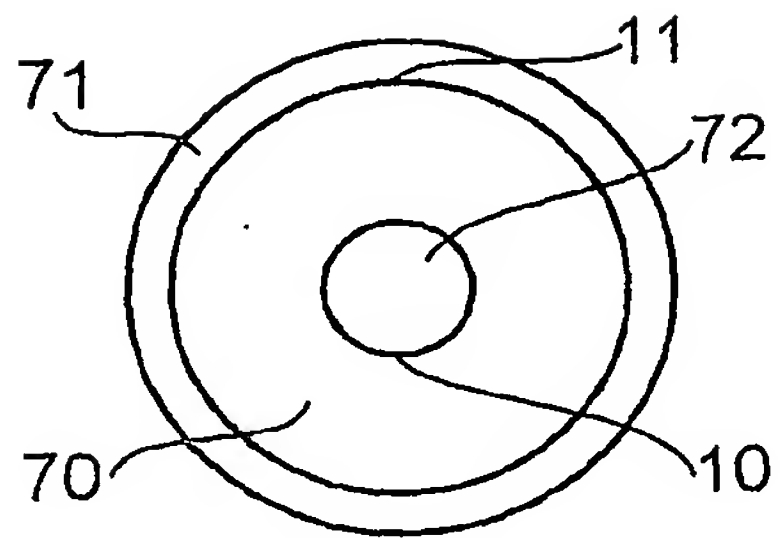


Fig. 7a

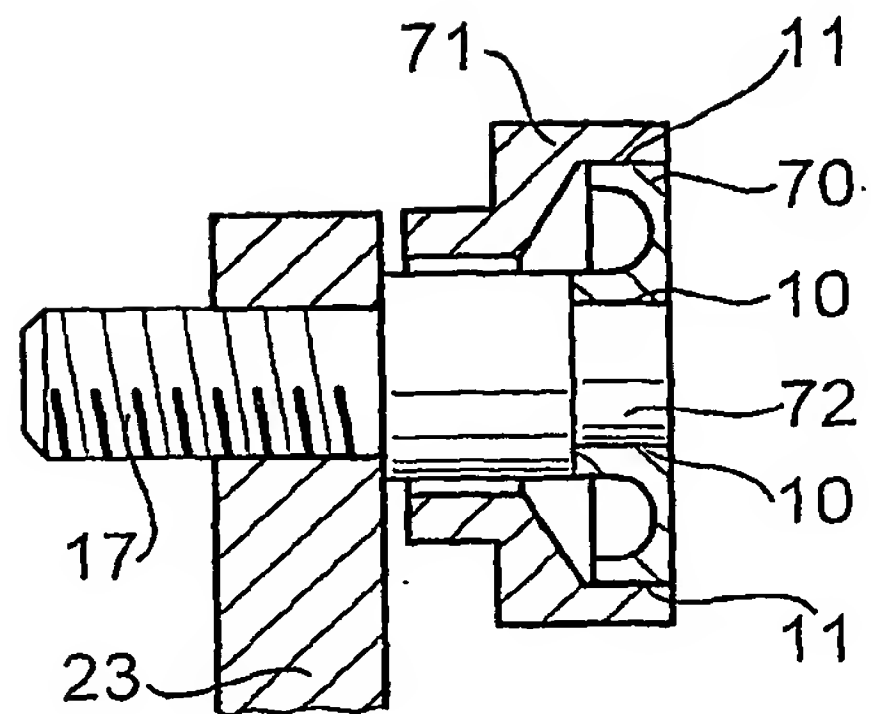


Fig. 7b

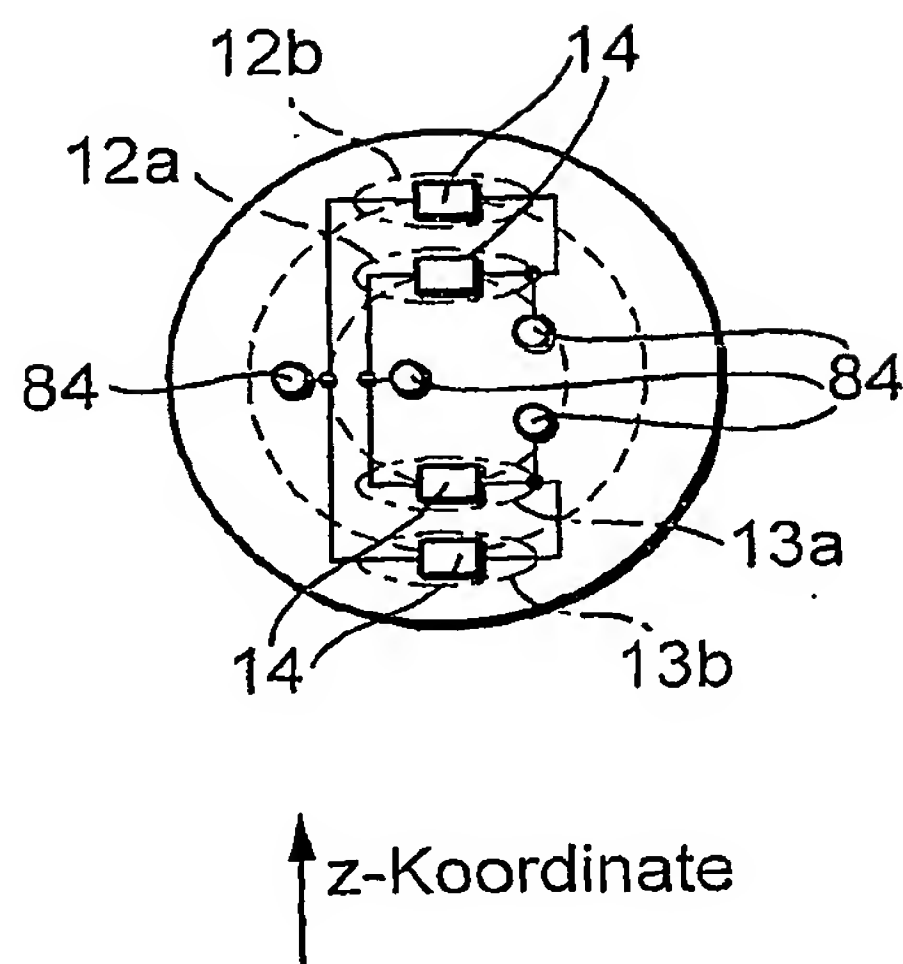


Fig. 8

5/6

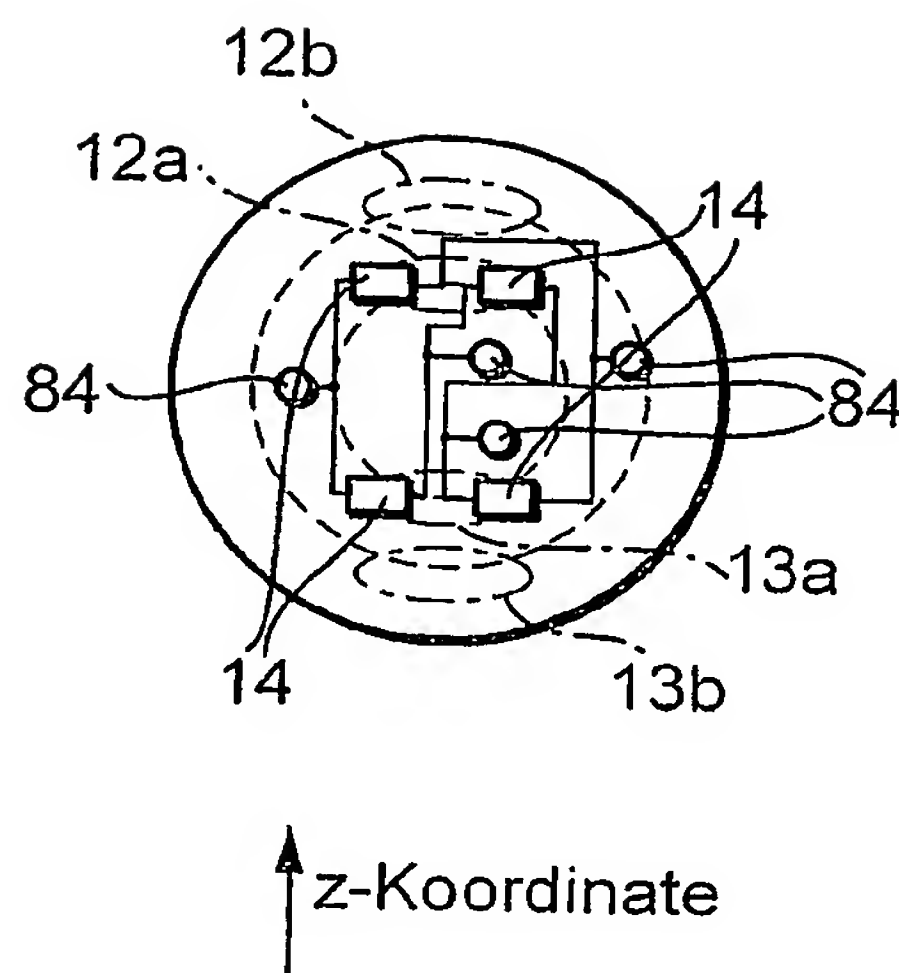


Fig. 9

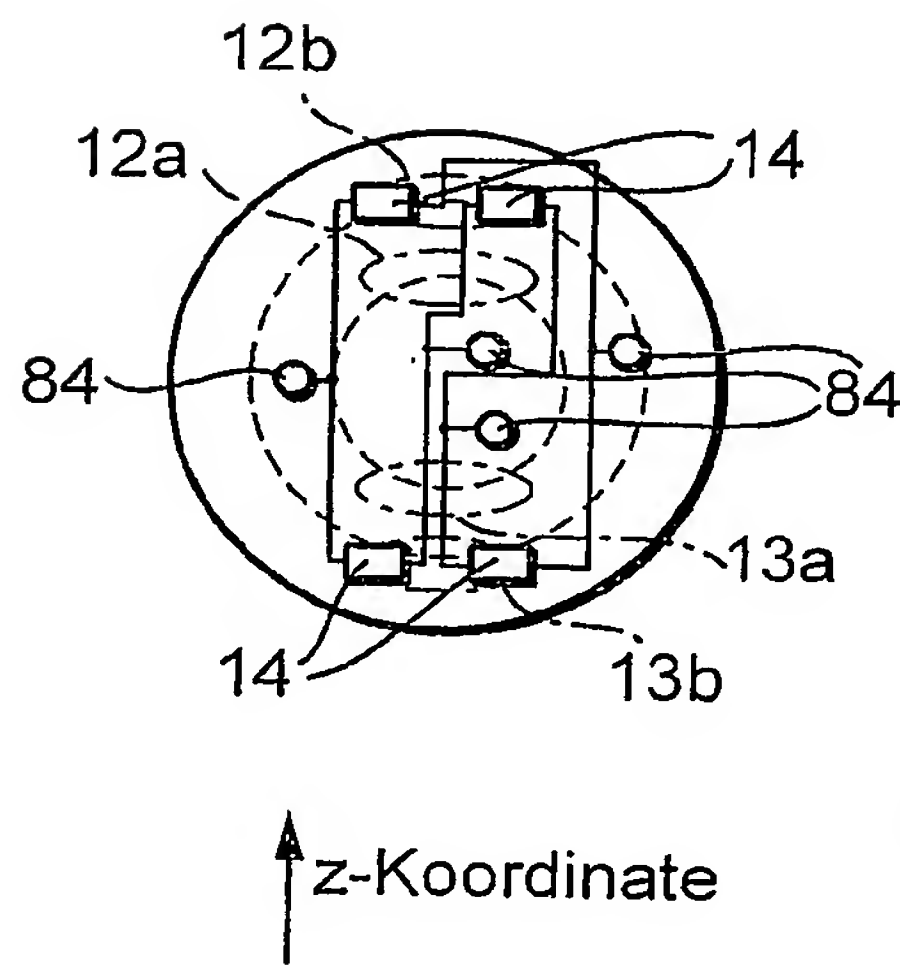


Fig. 10

6/6

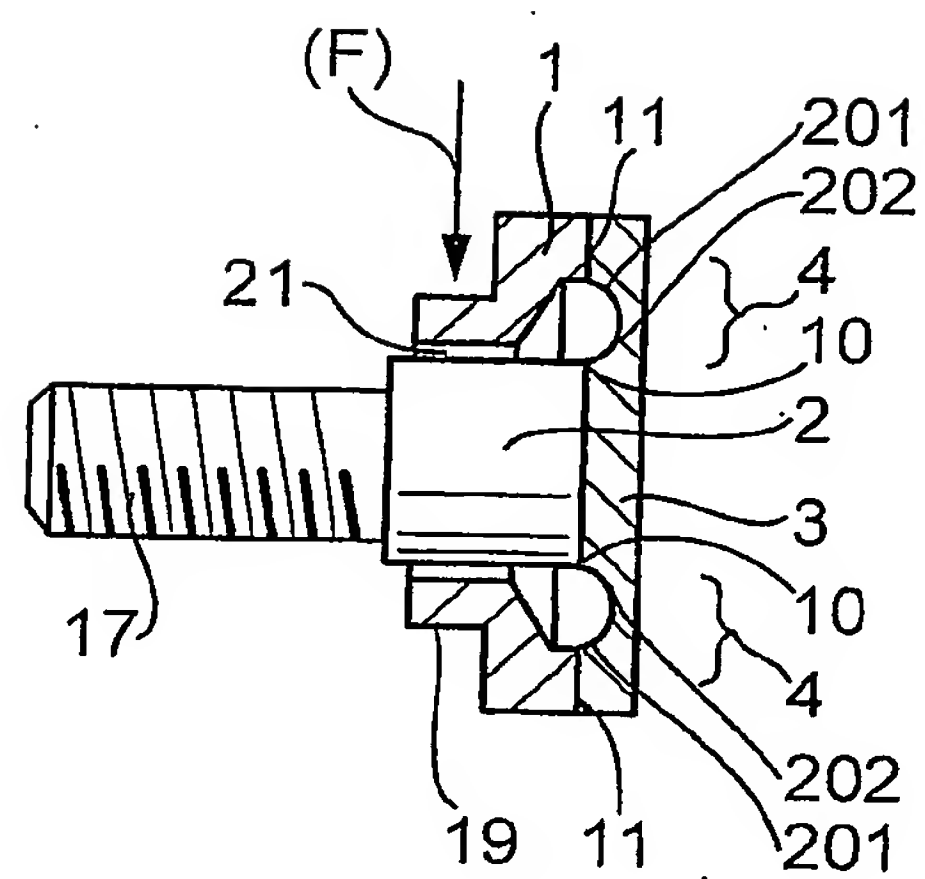


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

W/DE2004/001454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
IPC 7 GOIL

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	DE 199 60 786 A (SCHENCK PROCESS GMBH) 21 June 2001 (2001-06-21)	1,4-9, 12-16, 20-22
Y	column 3, line 20 - line 43; figures 1,2,4,5 column 4, line 57 - column 5, line 25 -----	2,3
Y	WO 00/16054 A (INTERNATIONAL ELECTRONICS & ENGINEERING SARL (LU)) 23 March 2000 (2000-03-23) figure 1 -----	2,3

D Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex

° Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2004

Date of mailing of the international search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2
NL- 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Debesset, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

, Information on patent family members

International Application No

W/DE2004/001454

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19960786	A	21-06-2001	DE 19960786 A1	21-06-2001
WO 0016054	A	23-03-2000	LU 90287 A1	17-03-2000
			CA 2342171 A1	23-03-2000
			WO 0016054 A1	23-03-2000
			EP 1114304 A1	11-07-2001
			JP 2002525565 T	13-08-2002
			US 2001011482 A1	09-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

W/DE2004/001454

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 GO1L1/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 GOIL

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 60 786 A (SCHENCK PROCESS GMBH) 21. Juni 2001 (2001-06-21)	1, 4-9, 12-16, 20-22
Y	Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 43; Abbildungen 1, 2, 4, 5 Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 25	2, 3
Y	WO 00/16054 A (INTERNATIONAL ELECTRONICS & ENGINEERING SARL (LU)) 23. März 2000 (2000-03-23) Abbildung 1	2, 3



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld G zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. November 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P B 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV RIJSWIJK
Tel (+31-70) 340-2040 Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Debesset , S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
m/DE2004/001454

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19960786	A	21-06-2001	DE	19960786 A1	21-06-2001
WO 0016054	A	23-03-2000	LU	90287 A1	17-03-2000
			CA	2342171 A1	23-03-2000
			WO	0016054 A1	23-03-2000
			EP	1114304 A1	11-07-2001
			JP	2002525565 T	13-08-2002
			US	2001011482 A1	09-08-2001